

# **Szczegółowa Specyfikacja Techniczna**

## **M – 22.00.00. KORPUSY PODPÓR**

### **M – 22.51.00. Podpory betonowe**

#### **M – 22.51.04. Wzmocnienie konstrukcji żelbetowej słupów przy użyciu przyklejanych mat z włókien węglowych**

## **1. WSTĘP**

### **1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót utrzymaniowych związanych ze zwiększeniem nośności słupów żelbetowych podpór obiektów mostowych przez przyklejenie mat z włókien węglowych.

### **1.2. Zakres stosowania SST**

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w p. 1.1.

### **1.3. Zakres robót objętych ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej mają zastosowanie do realizacji robót wymienionych w p. 1.1. w zakresie:

- wykonanie inwentaryzacji elementu przeznaczonego do wzmocnienia;
- opracowanie Projektu Wykonawczego (PW) wzmocnienia słupa żelbetowego podpory obiektu mostowego w skład którego wchodzi: opis techniczny, przedmiar robót oraz rysunki w zakresie umożliwiającym wykonanie robót wraz z uzyskaniem zatwierdzenia projektu przez Zamawiającego;
- przygotowanie powierzchni betonu słupa (ewentualne wyrównanie lub/i naprawa powierzchni betonu słupa wg odrębnej SST);
- wykonanie wzmocnienia słupa żelbetowego podpory obiektu mostowego przy użyciu przyklejanych mat z włókien węglowych;
- inwentaryzacja powykonawcza;
- niezbędne próby i badania.

### **1.4. Określenie podstawowe**

Określenia podane w niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej są zgodne z obowiązującymi Polskimi Normami oraz z określeniami podanymi w SST M.00.00.00.

## **2. MATERIAŁY**

### **2.1. Wymagania ogólne**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w SST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” p. 2.

## 2.2. Dobór materiałów

Zestaw materiałów do wykonania wzmocnienia słupa żelbetowego podpory obiektu mostowego składa się z:

1. maty z włókien węglowych,
2. epoksydowej dwuskładnikowej, bezrozpuszczalnikowej, tiksotropowej żywicy impregacyjnej oraz
3. trzykomponentowej bezrozpuszczalnikowej zaprawy na bazie żywicy epoksydowej i selekcionowanego piasku kwarcowego do reprofilacji powierzchni betonu.

Poniżej podano najważniejsze wymagane właściwości poszczególnych składników systemu. Dobór stosowanych materiałów spełniających wymagania niniejszej SST należy do Wykonawcy i podlega uzgodnieniu z przedstawicielem Zamawiającego.

Wbudować wolno tylko taki materiał, który posiada atest producenta, deklarację zgodności z Polską Normą (PN) lub/i Aprobata Techniczną (AT) wydaną przez IBDiM. Materiał musi także posiadać referencje dotyczące realizacji w budownictwie mostowym.

## 2.3. Maty węglowe

Do wzmocniania elementów żelbetowych należy stosować maty z włókien węglowych o następujących właściwościach:

- jednokierunkowe maty z włókien węglowych o grubości 0,11mm, wytrzymałości na rozciąganie 3900MPa, odkształceniu przy zerwaniu 1,5%, gramaturze maty  $200\text{g/m}^2 \pm 5\%$  i module Young'a 230000MPa;
- jednokierunkowe maty z włókien węglowych o grubości 0,11mm, wytrzymałości na rozciąganie 4900MPa, odkształceniu przy zerwaniu 2,1%, gramaturze maty  $200\text{g/m}^2 \pm 5\%$ , i module Young'a 230000MPa;
- jednokierunkowe maty z włókien węglowych o grubości 0,12mm, wytrzymałość na rozciąganie 4100MPa, odkształcenie przy zerwaniu 1,7%, gramatura maty  $220\text{g/m}^2 \pm 5\%$  i module Young'a 231000MPa;
- jednokierunkowe maty z włókien węglowych o grubości 0,13mm, wytrzymałości na rozciąganie 4900MPa, odkształceniu przy zerwaniu 2,1%, gramaturze maty  $230\text{g/m}^2 \pm 5\%$ , i module Young'a 230000MPa.

Szczegółowego określenia rodzaju maty należy dokonać na etapie opracowania PW wzmocnienia słupa.

## 2.4. Epoksydowa, dwuskładnikowa, bezrozpuszczalnikowa i tiksotropowa żywica impregacyjna

Epoksydowa, dwuskładnikowa, bezrozpuszczalnikowa i tiksotropowa żywica impregacyjna o gęstości ok.  $1,30\text{kg/dm}^3$  w temperaturze  $+23^\circ\text{C}$  powinna mieć konsystencję pasty umożliwiającej jej nakładanie na konstrukcję. Po 7 dniach utwardzania w temperaturze  $+23^\circ\text{C}$  żywica powinna charakteryzować się wytrzymałością na rozciąganie ok. 30MPa. Żywica powinna ponadto charakteryzować się przyczepnością do betonu wg EN 24624 gwarantującą, że zniszczenie betonu po 1 dniu od przyklejenia nastąpi przy naprężeniach min. 22MPa (w temperaturze  $+23^\circ\text{C}$ , na wypiskowanym podłożu). Moduł Younga materiału wg DIN 53452 powinien po 7 dniach w temperaturze  $+23^\circ\text{C}$  wynosić min. 3 800MPa, a wydłużenie przy zerwaniu w tych samych warunkach powinno wynosić maks. 0,9%

Zużycie uzależnione jest od chropowatości podłoża i powinno wynosić  $1,20\text{--}1,90\text{kg/m}^2$ .

Średni czas przydatności do użycia powinien wynosić w temperaturze  $+10^\circ\text{C}$  minimum 90 minut, a w temperaturze  $+35^\circ\text{C}$  minimum 30 minut

## **2.5. Trzykomponentowa bezrospuszczalnikowa zaprawa na bazie żywicy epoksydowej i selekcionowanego piasku kwarcowego**

Trzykomponentowa bezrospuszczalnikowa zaprawa na bazie żywicy epoksydowej i selekcionowanego piasku kwarcowego do reprofilacji powierzchni betonu powinna mieć właściwości tiksotropowe. Gęstość mieszaniny wszystkich składników powinna wynosić ok.  $2,0\text{kg/m}^3$ , a wytrzymałość na rozciąganie 10–15MPa. Wymagany moduł Younga powinien wynosić ok. 9GPa, a zużycie w zależności od falistości podłoża od  $20,0\text{ kg/m}^2/1\text{cm}$ .

## **3. SPRZĘT**

### **3.1. Wymagania ogólne**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w SST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” p. 3.

### **3.2. Wykaz sprzętu niezbędnego do wykonania robót**

Stosowany sprzęt powinien odpowiadać warunkom określonym w instrukcji naklejania mat opracowanej przez producenta. Sprzęt powinien być zaakceptowany przez przedstawiciela Zamawiającego.

Typowy zestaw narzędzi używanych w tego typu robotach obejmuje:

- nożyczki,
- flanelowe szmatki,
- twardy wałek z tworzywa sztucznego z rowkami obwodowymi,
- mieszadło wolnoobrotowe,
- szpachelki,
- pędzel,
- rękawice gumowe,
- rusztowanie,
- stół.

## **4. TRANSPORT**

### **4.1. Wymagania ogólne**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w SST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” p. 4.

### **4.2. Szczegółowe wymagania dotyczące transportu**

Transport materiałów chemicznych w szczelnych opakowaniach zabezpieczonych przed uszkodzeniem.

## **5. WYKONANIE ROBOT**

### **5.1. Ogólne zasady wykonania robót**

Ogólne zasady dotyczące wykonania robót podano w SST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” p. 5.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót, zgodność z PW, AT, ustaleniami niniejszej SST, odpowiednimi PN, zaleceniami producenta oraz poleceniami przedstawiciela Zamawiającego.

## **5.2. Roboty przygotowawcze**

W ramach przygotowania do wykonania wzmocnienia słupów żelbetowych podpór obiektów mostowych Wykonawca zobowiązany jest do:

- wykonania inwentaryzacji wzmacnianego elementu;
- zebrania wszystkich niezbędnych danych do opracowania PW wzmocnienia;
- opracowanie przez uprawnionego Projektanta PW wzmocnienia słupa przy użyciu mat węglowych zawierającego zwięzły opis projektowanych robót, obliczenie wzmocnienia, rysunki w zakresie niezbędnym do wykonania wzmocnienia, przedmiar robót określający jednoznacznie ilość m<sup>2</sup> wymaganej powierzchni wzmocnienia;
- uzyskania zatwierdzenia PW przez przedstawiciela Zamawiającego.

## **5.3. Przygotowanie podłoża betonowego**

Przed wykonaniem wzmocnienia przyklejanymi matami z włókien węglowych należy sprawdzić stan powierzchni do której mata ma być przyklejona. Większe ubytki należy uzupełnić zgodnie z odrębną, określoną w PW Szczegółową Specyfikacją Techniczną. Zaleca się wykonanie naprawy przy użyciu trzykomponentowej bezrozpuszczalnikowej zaprawy na bazie żywicy epoksydowej do reprofilacji powierzchni betonu.

Docelowo naprawiana powierzchnia musi być równa. Jej maksymalna chropowatość wynosi 1mm. Występujące na powierzchni nierówności należy zeszlifować. Minimalna wytrzymałość podłoża betonowego na odrywanie musi być większa od 1,5MPa. Wszelkie naroża i krawędzie należy zeszlifować. Minimalny promień zaokrąglenia naroży wynosi 15mm.

Powierzchnia podłoża betonowego musi być ponadto czysta, odtłuszczona, szorstka, bez mlecza cementowego, wolna od luźnych cząstek i pyłu. Minimalny wiek betonu w zależności od warunków dojrzewania wynosi 3 do 6 tygodni. W przypadku zastosowania do przygotowania powierzchni betonu materiałów specjalnych należy w PW indywidualnie określić wymagany okres dojrzewania materiału przed naklejeniem maty. Powierzchnie betonowe można przygotować przez piaskowanie, oczyszczenie łańcą wodną, groszkowanie, skuwanie lub/i szlifowanie. Wszystkie ubytki występujące w miejscach klejenia maty należy uzupełnić zgodnie z odrębną SST przywołaną w PW. Oprócz wymagań sformułowanych w odrębnej SST dla naprawy powierzchni betonu, zarówno stary beton, jak i naprawiona powierzchnia muszą spełniać następujące wymagania:

- nierówności powierzchni do której klejona jest mata nie mogą przekraczać 3mm na długości 1m;
- minimalna wytrzymałość podłoża na odrywanie musi być większa od 1,5MPa.

Przed aplikacją, powierzchnie należy dokładnie odkurzyć.

## **5.4. Przygotowanie mat do układania**

Maty należy przygotować i klej wymieszać według instrukcji producenta materiału. Pocięte maty na odpowiednie kawałki (cięcie należy wykonać ostrymi nożycami) aktywujemy aktywatorem. Układamy matę na czystej wcześniej przygotowanej powierzchni i miękką flanelową szmatką nasączoną aktywatorem przecieramy wzdłuż włókien. Przed przyklejeniem maty po aktywacji należy odczekać minimum 0,5 godziny.

### **5.5. Metody układania**

Nałożyć żywicę impregncyjną w ilości od 0,8 do 1,5kg/m<sup>2</sup> (w zależności od chropowatości powierzchni należy wetrzeć żywicę w podłoże).

Pamiętając o odpowiednim zorientowaniu włókien delikatnie ułożyć aktywowaną matę na warstwie żywicy, wstępnie docisnąć i wyrównać w kierunku od środka do zewnętrznych krawędzi maty. Przy użyciu specjalnego wałka do laminowania (twardy wałek z tworzywa sztucznego z rowkami obwodowymi) dokładnie docisnąć matę do podłoża prowadząc wałek wzdłuż włókien od środka do zewnętrznych krawędzi maty. Żywica impregncyjna powinna zostać wyciśnięta pomiędzy poszczególnymi rzędami. Włókna powinny zostać dociśnięte w linii prostej, bez pofałdowań bocznych. Kolejne operacje nie powinny naruszyć układu włókien – jeśli zachodzi taka możliwość należy odczekać do utwardzenia się impregnatu (12 – 24h). Minimalny zakład poszczególnych arkuszy mat powinien wynosić min. 25cm.

W przypadku stosowania następnych warstw wzmocnienia, należy nałożyć 0,5kg żywicy impregncyjnej i powtórzyć czynności wg powyższego opisu. Kolejne warstwy mat należy nakładać nie później niż 60 minut od ułożenia poprzedniej warstwy. Jeżeli ten warunek nie może być spełniony, należy odczekać około 12 godzin przed nałożeniem kolejnej warstwy mat.

Zakończyć wzmocnienie przez nałożenie ostatniej warstwy żywicy (zużycie około 0,4kg/m<sup>2</sup>), najlepiej przy użyciu pędzla. Materiał nakładać ruchem wzdłuż włókien.

### **5.6. Wprowadzanie zmian PW w trakcie realizacji robót**

W przypadku wprowadzania w trakcie realizacji robót zmian rozwiązań zatwierdzonego PW Wykonawca zobowiązany przed ich wprowadzeniem jest do uzyskania zgody Projektanta i Zamawiającego.

### **5.7. Inwentaryzacja powykonawcza**

Po zakończeniu robót Wykonawca zobowiązany jest do wykonania inwentaryzacji powykonawczej i przedstawienia jej wyników przedstawicielowi Zamawiającego do zatwierdzenia. W przypadku wprowadzenia w trakcie realizacji robót zmian PW zgodnie z p. 5.6. , Wykonawca zobowiązany jest do ich naniesienia na wszystkie egzemplarze PW.

### **5.8. Wymagania BHP**

W czasie prowadzenia robót należy stosować ogólnie obowiązujące przepisy BHP dotyczące prowadzenia robót budowlanych oraz wskazówki podawane przez producenta materiałów. W trakcie realizacji wzmocnienia w bezpośrednim sąsiedztwie wzmacnianego elementu nie wolno zbliżać się z otwartym ogniem ani spawać.

Podczas pracy robotnicy powinni nosić rękawice, ubranie i okulary ochronne. W pomieszczeniach zamkniętych należy zapewnić odpowiednią wentylację. W razie kontaktu stosowanych materiałów z oczami lub długotrwałego kontaktu ze skórą podrażnione miejsca należy płukać dużą ilością letniej wody i skonsultować się z lekarzem.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jako ci robót podano w SST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” p.6. Na Wykonawcy robót spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań laboratoryjnych (przez własne laboratoria lub na zlecenie), przewidzianych w niniejszej SST oraz gromadzenie, przechowywanie i okazywanie przedstawicielowi Zamawiającego wszystkich wyników badań dotyczących jakości stosowanych materiałów.

## 6.2. Szczegółowe zasady kontroli jakości robót

Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć wraz ze wszystkimi materiałami przeznaczonymi do wbudowania deklarację ich zgodności z odpowiednią PN lub AT wydaną przez IBDiM. Przed wbudowaniem materiałów należy sprawdzić ich zgodność z ustaleniami PW oraz możliwość ich wbudowania ze względu na okres składowania lub/i przydatności do użycia.

Badaniu podlegają:

- a) przygotowanie podłoża zgodnie z odpowiednią SST określoną w PW;
- b) sprawdzenie równości powierzchni przy pomocy łat;
- c) w trakcie naklejania mat:
  - temperatura powietrza i podłoża,
  - zgodność używanych materiałów z PW,
  - kolejność układania mat,
  - zakład mat,
  - ilość warstw wzmocnienia;
- d) po naklejeniu mat i utwardzeniu kleju:
  - wytrzymałość na odrywanie.

Ilość poszczególnych badań i sprawdzeń powinna być jednoznacznie określona w PW wzmocnienia, jednak nie może być mniejsza niż 3 próby na odrywanie i 6 pomiarów równości na pojedynczy wzmacniany element.

## 7. OBMIAR

### 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w SST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” p. 7.

### 7.2. Jednostka obmiaru

Jednostką obmiaru jest  $1\text{m}^2$  wzmocnionej powierzchni słupa żelbetowego podpory obiektu mostowego.

### 7.3. Szczegółowe zasady obmiaru robót

Lp.	Numer SST Podstawa wyceny	Nazwa elementu robót		Jednostka	Ilość jednostek
1.	M-23.51.20.	Przygotowanie e powierzchni betonowej dźwigara przez wykonanie:	Lokalnych napraw powierzchni betonu przęseł zaprawami typu PCC nakładanymi ręcznie	$\text{m}^3$	
2.	M-23.51.21.		Lokalnych naprawy powierzchni betonu przęseł zaprawami typu PC nakładanymi ręcznie	$\text{m}^3$	
3.	M-23.51.22.		Lokalnych naprawy powierzchni betonu przęseł mieszankami betonowymi	$\text{m}^3$	
4.	M-23.51.30.		Napraw powierzchni betonu przęseł metodą torkretowania zaprawami betonowymi	$\text{m}^3$	
5.	M-23.51.31.		Napraw powierzchni betonu przęseł fibrobetonem metodą natryskową	$\text{m}^3$	
6.	M-23.51.32.		Napraw powierzchni betonu przęseł metodą torkretowania zaprawami typu PCC	$\text{m}^3$	
7.	M-22.51.04.	Wzmocnienie konstrukcji żelbetowej słupów przy użyciu przyklejanych mat z włókien węglowych		$\text{m}^2$	
8.	Kalkulacja indywidualna	Opracowanie projektu wykonawczego wzmocnienia (inventaryzacja, zgromadzenie niezbędnych danych do projektowania, opis techniczny, przedmiar, rysunki wg		szt.	

		potrzeb) – 3 egz.		
9.	Kalkulacja indywidualna	Montaż przez przyklejenie wzmocnienia słupa żelbetowego przy pomocy mat z włókien węglowych – 1 warstwa	m <sup>2</sup>	

## 8. ODBIÓR KOŃCOWY

### 8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w SST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” p. 8.

### 8.2. Szczegółowe zasady odbioru robót

Na podstawie wyników badań i kontroli przeprowadzonych zgodnie z ustaleniami zawartymi w p. 4, należy sporządzić protokół odbioru robót. Jeżeli wszystkie badania i odbiory dały wyniki pozytywne, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno badanie lub odbiór dało wynik negatywny, wykonane roboty należy uznać za niezgodne z wymaganiami. W takiej sytuacji Wykonawca obowiązany jest doprowadzić roboty do zgodności z wymaganiami i przedstawić je do ponownego odbioru.

## 9. PŁATNOŚĆ

### 9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstaw płatności podano w SST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” p. 9.

### 9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonanego i odebranego 1m<sup>2</sup> wzmocnionego słupa żelbetowego obejmuje:

- opracowanie Projektu Wykonawczego wzmocnienia przy użyciu mat z włókien węglowych w skład którego wchodzi: inwentaryzacja słupa żelbetowego, zgromadzenie niezbędnych danych do projektowania, obliczenie niezbędnego wzmocnienia, opis techniczny, przedmiar i rysunki w zakresie niezbędnym do realizacji robót;
- uzyskanie zatwierdzenia opracowanego PW;
- zapewnienie wszystkich niezbędnych materiałów i czynników produkcji wynikających z opracowanego PW,
- ustawienie i rozbiórka rusztowania i stołu;
- przygotowanie podłoża zgodnie z odrębną SST,
- naklejenie maty,
- inwentaryzacja powykonawcza;
- oczyszczenie stanowiska pracy,
- niezbędne pomiary, obliczenia, badania, sprawdzenia i uzgodnienia wynikające z niniejszej SST i specyfiki prowadzonych robót.

## 10. PIŚMIENNICTWO I PRZEPISY ZWIĄZANE

- [1].PN-91/S-10042. Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie
- [2].PN-77/S-10040 Żelbetowe i betonowe konstrukcje mostowe. Wymagania i badania
- [3].Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30.05.2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, Dz. U. Nr 63.

[4]. Materiały informacyjne firm oferujących maty z włókien węglowych.